

Rec'd PCT/PTO 27 APR 2005 #2

10/533708 JP2004/011164

日本国特許庁 13.08.2004  
JAPAN PATENT OFFICE

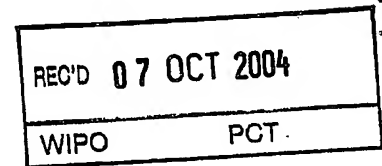
BEST AVAILABLE COPY

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2004年 3月10日  
Date of Application:

出願番号 特願2004-067801  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP2004-067801]



出願人 住友電気工業株式会社  
Applicant(s):

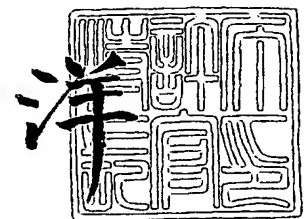
CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 9月24日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小川



出証番号 出証特2004-3085955

【書類名】 特許願  
【整理番号】 104Y0047  
【提出日】 平成16年 3月10日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G02B 6/00  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内  
    【氏名】 藤本 一成  
【発明者】  
    【住所又は居所】 神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内  
    【氏名】 笹岡 英資  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000002130  
    【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100088155  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 長谷川 芳樹  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100089978  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 塩田 辰也  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100092657  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 寺崎 史朗  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100110582  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 柴田 昌聰  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 014708  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 0308433

## 【書類名】 特許請求の範囲

## 【請求項 1】

第 1 光ファイバと第 2 光ファイバとを接続して光伝送路を構成する方法であって、  
波長範囲 1260 nm～1625 nm に含まれる何れかの波長  $\lambda$  において、前記第 1 光ファイバのレイリ散乱係数を  $A_1$  とし、前記第 1 光ファイバのモードフィールド径を  $B_1$  とし、前記第 2 光ファイバのレイリ散乱係数を  $A_2$  とし、前記第 2 光ファイバのモードフィールド径を  $B_2$  としたときに、

## 【数 1】

$$X = 1 - 10^{-A_1/\lambda^4/10} \quad \dots (1a)$$

$$Y = 1 - 10^{-A_2/\lambda^4/10} \quad \dots (1b)$$

$$K = \left| 5 \log_{10} \left( \frac{X}{Y} \right) + 10 \log_{10} \left( \frac{B_2}{B_1} \right) \right| \quad \dots (1c)$$

なる式で表されるパラメータ  $K$  の値が 0.2 dB 以下であって、 $A_1$  と  $A_2$  との差の絶対値が  $0.03 \text{ dB/km}/\mu\text{m}^4$  より大きい関係を満たすよう、前記第 1 光ファイバおよび前記第 2 光ファイバの双方または何れか一方を選択して、前記第 1 光ファイバと前記第 2 光ファイバとを接続して光伝送路を構成することを特徴とする光伝送路構成方法。

## 【請求項 2】

第 1 光ファイバと第 2 光ファイバとを接続して光伝送路を構成する方法であって、  
波長範囲 1260 nm～1625 nm に含まれる何れかの波長  $\lambda$  において、前記第 1 光ファイバのレイリ散乱係数を  $A_1$  とし、前記第 1 光ファイバのモードフィールド径を  $B_1$  とし、前記第 2 光ファイバのレイリ散乱係数を  $A_2$  とし、前記第 2 光ファイバのモードフィールド径を  $B_2$  としたときに、

## 【数 2】

$$X = 1 - 10^{-A_1/\lambda^4/10} \quad \dots (2a)$$

$$Y = 1 - 10^{-A_2/\lambda^4/10} \quad \dots (2b)$$

$$K = \left| 5 \log_{10} \left( \frac{X}{Y} \right) + 10 \log_{10} \left( \frac{B_2}{B_1} \right) \right| \quad \dots (2c)$$

なる式で表されるパラメータ  $K$  の値が 0.2 dB 以下であって、比  $(B_2/B_1)$  の値が 0.97 以下である関係を満たすよう、前記第 1 光ファイバおよび前記第 2 光ファイバの双方または何れか一方を選択して、前記第 1 光ファイバと前記第 2 光ファイバとを接続して光伝送路を構成することを特徴とする光伝送路構成方法。

## 【請求項 3】

第 1 光ファイバと第 2 光ファイバとを接続して光伝送路を構成する方法であって、  
波長範囲 1260 nm～1625 nm に含まれる何れかの波長  $\lambda$  において、前記第 1 光ファイバのレイリ散乱係数を  $A_1$  とし、前記第 1 光ファイバのモードフィールド径を  $B_1$  とし、前記第 2 光ファイバのレイリ散乱係数を  $A_2$  とし、前記第 2 光ファイバのモードフィールド径を  $B_2$  としたときに、

## 【数 3】

$$X = 1 - 10^{-A1/\lambda^4/10} \quad \dots (3a)$$

$$Y = 1 - 10^{-A2/\lambda^4/10} \quad \dots (3b)$$

$$K = \left| 5 \log_{10} \left( \frac{X}{Y} \right) + 10 \log_{10} \left( \frac{B2}{B1} \right) \right| \quad \dots (3c)$$

なる式で表されるパラメータ K の値が 0.2 dB 以下であって、A1 と A2 との差の絶対値が 0.08 dB/km/μm<sup>4</sup> 以上であり、比 (B2/B1) の値が 0.97 以下である関係を満たすよう、前記第 1 光ファイバおよび前記第 2 光ファイバの双方または何れか一方を選択して、前記第 1 光ファイバと前記第 2 光ファイバとを接続して光伝送路を構成することを特徴とする光伝送路構成方法。

## 【請求項 4】

第 1 光ファイバと第 2 光ファイバとが接続されてなる光伝送路であって、波長範囲 1260 nm～1625 nm に含まれる何れかの波長 λ において、前記第 1 光ファイバのレイリ散乱係数を A1 とし、前記第 1 光ファイバのモードフィールド径を B1 とし、前記第 2 光ファイバのレイリ散乱係数を A2 とし、前記第 2 光ファイバのモードフィールド径を B2 としたときに、

## 【数 4】

$$X = 1 - 10^{-A1/\lambda^4/10} \quad \dots (4a)$$

$$Y = 1 - 10^{-A2/\lambda^4/10} \quad \dots (4b)$$

$$K = \left| 5 \log_{10} \left( \frac{X}{Y} \right) + 10 \log_{10} \left( \frac{B2}{B1} \right) \right| \quad \dots (4c)$$

なる式で表されるパラメータ K の値が 0.2 dB 以下であって、A1 と A2 との差の絶対値が 0.03 dB/km/μm<sup>4</sup> より大きいことを特徴とする光伝送路。

## 【請求項 5】

第 1 光ファイバと第 2 光ファイバとが接続されてなる光伝送路であって、波長範囲 1260 nm～1625 nm に含まれる何れかの波長 λ において、前記第 1 光ファイバのレイリ散乱係数を A1 とし、前記第 1 光ファイバのモードフィールド径を B1 とし、前記第 2 光ファイバのレイリ散乱係数を A2 とし、前記第 2 光ファイバのモードフィールド径を B2 としたときに、

## 【数 5】

$$X = 1 - 10^{-A1/\lambda^4/10} \quad \dots (5a)$$

$$Y = 1 - 10^{-A2/\lambda^4/10} \quad \dots (5b)$$

$$K = \left| 5 \log_{10} \left( \frac{X}{Y} \right) + 10 \log_{10} \left( \frac{B2}{B1} \right) \right| \quad \dots (5c)$$

なる式で表されるパラメータ  $K$  の値が  $0.2 \text{ dB}$  以下であって、比  $(B2/B1)$  の値が  $0.97$  以下であることを特徴とする光伝送路。

【請求項 6】

第 1 光ファイバと第 2 光ファイバとが接続されてなる光伝送路であって、  
波長範囲  $1260 \text{ nm} \sim 1625 \text{ nm}$  に含まれる何れかの波長  $\lambda$  において、前記第 1 光ファイバのレイリ散乱係数を  $A1$  とし、前記第 1 光ファイバのモードフィールド径を  $B1$  とし、前記第 2 光ファイバのレイリ散乱係数を  $A2$  とし、前記第 2 光ファイバのモードフィールド径を  $B2$  としたときに、

【数 6】

$$X = 1 - 10^{-A1/\lambda^4/10} \quad \dots (6a)$$

$$Y = 1 - 10^{-A2/\lambda^4/10} \quad \dots (6b)$$

$$K = \left| 5 \log_{10} \left( \frac{X}{Y} \right) + 10 \log_{10} \left( \frac{B2}{B1} \right) \right| \quad \dots (6c)$$

なる式で表されるパラメータ  $K$  の値が  $0.2 \text{ dB}$  以下であって、 $A1$  と  $A2$  との差の絶対値が  $0.08 \text{ dB/km}/\mu\text{m}^4$  以上であり、比  $(B2/B1)$  の値が  $0.97$  以下であることを特徴とする光伝送路。

【請求項 7】

第 1 光ファイバと第 2 光ファイバとが接続されてなる光伝送路であって、  
波長範囲  $1260 \text{ nm} \sim 1625 \text{ nm}$  に含まれる何れかの波長  $\lambda$  において、前記第 1 光ファイバのレイリ散乱係数を  $A1$  とし、前記第 2 光ファイバのレイリ散乱係数を  $A2$  としたときに、OTDR 試験による接続損失測定の実差が  $0.2 \text{ dB}$  以下であって、 $A1$  と  $A2$  との差の絶対値が  $0.03 \text{ dB/km}/\mu\text{m}^4$  より大きいことを特徴とする光伝送路。

【請求項 8】

第 1 光ファイバと第 2 光ファイバとが接続されてなる光伝送路であって、  
波長範囲  $1260 \text{ nm} \sim 1625 \text{ nm}$  に含まれる何れかの波長  $\lambda$  において、前記第 1 光ファイバのモードフィールド径を  $B1$  とし、前記第 2 光ファイバのモードフィールド径を  $B2$  としたときに、OTDR 試験による接続損失測定の実差が  $0.2 \text{ dB}$  以下であって、比  $(B2/B1)$  の値が  $0.97$  以下であることを特徴とする光伝送路。

【請求項 9】

第 1 光ファイバと第 2 光ファイバとが接続されてなる光伝送路であって、  
波長範囲  $1260 \text{ nm} \sim 1625 \text{ nm}$  に含まれる何れかの波長  $\lambda$  において、前記第 1 光ファイバのレイリ散乱係数を  $A1$  とし、前記第 1 光ファイバのモードフィールド径を  $B1$  とし、前記第 2 光ファイバのレイリ散乱係数を  $A2$  とし、前記第 2 光ファイバのモードフィールド径を  $B2$  としたときに、OTDR 試験による接続損失測定の実差が  $0.2 \text{ dB}$  以下であって、 $A1$  と  $A2$  との差の絶対値が  $0.08 \text{ dB/km}/\mu\text{m}^4$  以上であり、比  $(B2/B1)$  の値が  $0.97$  以下であることを特徴とする光伝送路。

【請求項 10】

第 1 光ファイバと第 2 光ファイバとを接続して光伝送路を構成する方法であって、  
波長範囲  $1260 \text{ nm} \sim 1625 \text{ nm}$  に含まれる何れかの波長  $\lambda$  において、前記第 1 光ファイバの伝送損失を  $\alpha 1$  とし、前記第 1 光ファイバのモードフィールド径を  $B1$  とし、前記第 2 光ファイバの伝送損失を  $\alpha 2$  とし、前記第 2 光ファイバのモードフィールド径を  $B2$  としたときに、

## 【数 7】

$$X = 1 - 10^{-(\alpha_1 - 0.02)/10} \quad \dots (7a)$$

$$Y = 1 - 10^{-(\alpha_2 - 0.02)/10} \quad \dots (7b)$$

$$K = \left| 5 \log_{10} \left( \frac{X}{Y} \right) + 10 \log_{10} \left( \frac{B_2}{B_1} \right) \right| \quad \dots (7c)$$

なる式で表されるパラメータ K の値が 0.2 dB 以下であって、 $\alpha_1$  と  $\alpha_2$  との差の絶対値が  $0.03 / \lambda^4$  dB/km 以上である関係を満たすよう、前記第 1 光ファイバおよび前記第 2 光ファイバの双方または何れか一方を選択して、前記第 1 光ファイバと前記第 2 光ファイバとを接続して光伝送路を構成することを特徴とする光伝送路構成方法。

## 【請求項 11】

第 1 光ファイバと第 2 光ファイバとを接続して光伝送路を構成する方法であって、

波長範囲 1260 nm ~ 1625 nm に含まれる何れかの波長  $\lambda$  において、前記第 1 光ファイバの伝送損失を  $\alpha_1$  とし、前記第 1 光ファイバのモードフィールド径を  $B_1$  とし、前記第 2 光ファイバの伝送損失を  $\alpha_2$  とし、前記第 2 光ファイバのモードフィールド径を  $B_2$  としたときに、

## 【数 8】

$$X = 1 - 10^{-(\alpha_1 - 0.02)/10} \quad \dots (8a)$$

$$Y = 1 - 10^{-(\alpha_2 - 0.02)/10} \quad \dots (8b)$$

$$K = \left| 5 \log_{10} \left( \frac{X}{Y} \right) + 10 \log_{10} \left( \frac{B_2}{B_1} \right) \right| \quad \dots (8c)$$

なる式で表されるパラメータ K の値が 0.2 dB 以下であって、 $\alpha_1$  と  $\alpha_2$  との差の絶対値が  $0.08 / \lambda^4$  dB/km 以上であり、比  $(B_2 / B_1)$  の値が 0.97 以下である関係を満たすよう、前記第 1 光ファイバおよび前記第 2 光ファイバの双方または何れか一方を選択して、前記第 1 光ファイバと前記第 2 光ファイバとを接続して光伝送路を構成することを特徴とする光伝送路構成方法。

## 【請求項 12】

第 1 光ファイバと第 2 光ファイバとが接続されてなる光伝送路であって、

波長範囲 1260 nm ~ 1625 nm に含まれる何れかの波長  $\lambda$  において、前記第 1 光ファイバの伝送損失を  $\alpha_1$  とし、前記第 1 光ファイバのモードフィールド径を  $B_1$  とし、前記第 2 光ファイバの伝送損失を  $\alpha_2$  とし、前記第 2 光ファイバのモードフィールド径を  $B_2$  としたときに、

## 【数 9】

$$X = 1 - 10^{-(\alpha_1 - 0.02)/10} \quad \dots (9a)$$

$$Y = 1 - 10^{-(\alpha_2 - 0.02)/10} \quad \dots (9b)$$

$$K = \left| 5 \log_{10} \left( \frac{X}{Y} \right) + 10 \log_{10} \left( \frac{B_2}{B_1} \right) \right| \quad \dots (9c)$$

なる式で表されるパラメータ K の値が 0.2 dB 以下であって、 $\alpha_1$  と  $\alpha_2$  との差の絶対値が  $0.03 / \lambda^4$  dB/km 以上であることを特徴とする光伝送路。

## 【請求項 13】

第 1 光ファイバと第 2 光ファイバとが接続されてなる光伝送路であって、  
波長範囲 1260 nm ~ 1625 nm に含まれる何れかの波長  $\lambda$  において、前記第 1 光ファイバの伝送損失を  $\alpha_1$  とし、前記第 1 光ファイバのモードフィールド径を  $B_1$  とし、前記第 2 光ファイバの伝送損失を  $\alpha_2$  とし、前記第 2 光ファイバのモードフィールド径を  $B_2$  としたときに、

## 【数 10】

$$X = 1 - 10^{-(\alpha_1 - 0.02)/10} \quad \dots (10a)$$

$$Y = 1 - 10^{-(\alpha_2 - 0.02)/10} \quad \dots (10b)$$

$$K = \left| 5 \log_{10} \left( \frac{X}{Y} \right) + 10 \log_{10} \left( \frac{B_2}{B_1} \right) \right| \quad \dots (10c)$$

なる式で表されるパラメータ K の値が 0.2 dB 以下であって、 $\alpha_1$  と  $\alpha_2$  との差の絶対値が  $0.08 / \lambda^4$  dB/km 以上であり、比  $(B_2 / B_1)$  の値が 0.97 以下であることを特徴とする光伝送路。

## 【請求項 14】

第 1 光ファイバと第 2 光ファイバとが接続されてなる光伝送路であって、  
波長範囲 1260 nm ~ 1625 nm に含まれる何れかの波長  $\lambda$  において、前記第 1 光ファイバの伝送損失を  $\alpha_1$  とし、前記第 1 光ファイバのモードフィールド径を  $B_1$  とし、前記第 2 光ファイバの伝送損失を  $\alpha_2$  とし、前記第 2 光ファイバのモードフィールド径を  $B_2$  としたときに、OTDR 試験による接続損失測定の誤差が 0.2 dB 以下であって、 $\alpha_1$  と  $\alpha_2$  との差の絶対値が  $0.03 / \lambda^4$  dB/km より大きいことを特徴とする光伝送路。

## 【請求項 15】

第 1 光ファイバと第 2 光ファイバとが接続されてなる光伝送路であって、  
波長範囲 1260 nm ~ 1625 nm に含まれる何れかの波長  $\lambda$  において、前記第 1 光ファイバの伝送損失を  $\alpha_1$  とし、前記第 1 光ファイバのモードフィールド径を  $B_1$  とし、前記第 2 光ファイバの伝送損失を  $\alpha_2$  とし、前記第 2 光ファイバのモードフィールド径を  $B_2$  としたときに、OTDR 試験による接続損失測定の誤差が 0.2 dB 以下であって、 $\alpha_1$  と  $\alpha_2$  との差の絶対値が  $0.08 / \lambda^4$  dB/km 以上であり、比  $(B_2 / B_1)$  の値が 0.97 以下であることを特徴とする光伝送路。

## 【請求項 16】

前記第 1 光ファイバのレイリ散乱係数  $A_1$  が  $0.94 \text{ dB/km}/\mu\text{m}^4 \sim 1.00 \text{ dB}$

／km／ $\mu\text{m}^4$  の範囲にあり、前記第 2 光ファイバのレイリ散乱係数  $A_2$  が  $0.84\text{ dB/km}/\mu\text{m}^4 \sim 0.90\text{ dB/km}/\mu\text{m}^4$  の範囲にあり、波長  $1310\text{ nm}$  における前記第 1 光ファイバのモードフィールド径  $B_1$  が  $9.0\text{ }\mu\text{m} \sim 9.5\text{ }\mu\text{m}$  の範囲にあり、波長  $1310\text{ nm}$  における前記第 2 光ファイバのモードフィールド径  $B_2$  が  $8.3\text{ }\mu\text{m} \sim 9.0\text{ }\mu\text{m}$  の範囲にある、ことを特徴とする請求項 1 記載の光伝送路構成方法。

【請求項 17】

前記第 1 光ファイバのレイリ散乱係数  $A_1$  が  $0.94\text{ dB/km}/\mu\text{m}^4 \sim 1.00\text{ dB/km}/\mu\text{m}^4$  の範囲にあり、前記第 2 光ファイバのレイリ散乱係数  $A_2$  が  $0.84\text{ dB/km}/\mu\text{m}^4 \sim 0.90\text{ dB/km}/\mu\text{m}^4$  の範囲にあり、波長  $1310\text{ nm}$  における前記第 1 光ファイバのモードフィールド径  $B_1$  が  $9.0\text{ }\mu\text{m} \sim 9.5\text{ }\mu\text{m}$  の範囲にあり、波長  $1310\text{ nm}$  における前記第 2 光ファイバのモードフィールド径  $B_2$  が  $8.3\text{ }\mu\text{m} \sim 9.0\text{ }\mu\text{m}$  の範囲にある、ことを特徴とする請求項 4 記載の光伝送路。

【請求項 18】

レイリ散乱係数が  $0.84\text{ dB/km}/\mu\text{m}^4 \sim 0.90\text{ dB/km}/\mu\text{m}^4$  の範囲にあり、波長  $1310\text{ nm}$  におけるモードフィールド径が  $8.3\text{ }\mu\text{m} \sim 9.0\text{ }\mu\text{m}$  の範囲にある、ことを特徴とする光ファイバ。

【請求項 19】

波長  $1310\text{ nm}$  において、前記第 1 光ファイバの伝送損失  $\alpha_1$  が  $0.32\text{ dB/km} \sim 0.35\text{ dB/km}$  の範囲にあり、前記第 2 光ファイバの伝送損失  $\alpha_2$  が  $0.28\text{ dB/km} \sim 0.32\text{ dB/km}$  の範囲にあり、前記第 1 光ファイバのモードフィールド径  $B_1$  が  $9.0\text{ }\mu\text{m} \sim 9.5\text{ }\mu\text{m}$  の範囲にあり、前記第 2 光ファイバのモードフィールド径  $B_2$  が  $8.3\text{ }\mu\text{m} \sim 9.0\text{ }\mu\text{m}$  の範囲にある、ことを特徴とする請求項 10 記載の光伝送路構成方法。

【請求項 20】

波長  $1310\text{ nm}$  において、前記第 1 光ファイバの伝送損失  $\alpha_1$  が  $0.32\text{ dB/km} \sim 0.35\text{ dB/km}$  の範囲にあり、前記第 2 光ファイバの伝送損失  $\alpha_2$  が  $0.28\text{ dB/km} \sim 0.32\text{ dB/km}$  の範囲にあり、前記第 1 光ファイバのモードフィールド径  $B_1$  が  $9.0\text{ }\mu\text{m} \sim 9.5\text{ }\mu\text{m}$  の範囲にあり、前記第 2 光ファイバのモードフィールド径  $B_2$  が  $8.3\text{ }\mu\text{m} \sim 9.0\text{ }\mu\text{m}$  の範囲にある、ことを特徴とする請求項 12 記載の光伝送路。

【請求項 21】

波長  $1310\text{ nm}$  において、伝送損失が  $0.28\text{ dB/km} \sim 0.32\text{ dB/km}$  の範囲にあり、モードフィールド径が  $8.3\text{ }\mu\text{m} \sim 9.0\text{ }\mu\text{m}$  の範囲にある、ことを特徴とする光ファイバ。

【請求項 22】

クラッド領域にフッ素が添加されていることを特徴とする請求項 18 または 21 に記載の光ファイバ。



## 【書類名】明細書

【発明の名称】光伝送路構成方法および光伝送路

## 【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の光ファイバが接続されてなる光伝送路、および、この光伝送路を構成する方法に関するものである。

## 【背景技術】

【0002】

光伝送システムにおいて、光送信器から送出された信号光は、主に光ファイバから構成される光伝送路により伝送されて光受信器に到達し、この光受信器により受信される。このような光伝送システムにおいて、大容量の情報を高速に伝送する為には、光送信器と光受信器との間にある光伝送路の特性が良好であることが求められる。

【0003】

例えば、累積波長分散に因る信号光波形劣化を抑制するために、伝送用光ファイバと分散補償光ファイバとが接続されて光伝送路が構成され、この光伝送路の全体の累積波長分散の絶対値が小さくされる。また、伝送用光ファイバにより伝送される間に信号光が被った損失を補償するために、伝送用光ファイバと増幅用光ファイバとが接続されて光伝送路が構成され、増幅用光ファイバにおいて信号光が光増幅される。なお、上記のような分散補償光ファイバや増幅用光ファイバは、中継区間に敷設される場合もあるし、また、コイル状に巻かれてモジュール化され中継局等に設置される場合もある。

【0004】

また、光伝送路の変更や延長の際にも、或る光ファイバに対して他の光ファイバが接続されて光伝送路が構成される場合もある。

【0005】

このように複数の光ファイバが接続されて光伝送路が構成される場合、光伝送路の全体の特性が良好であることが求められるだけでなく、或る光ファイバと他の光ファイバとの接続点における損失（接続損失）が小さいことが要求される。接続損失は、OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) 試験により測定され得る。

【0006】

OTDR試験では、光伝送路の一端からパルス試験光が該光伝送路に入射され、そのパルス試験光が光伝送路を伝搬する間に各位置で生じる後方散乱光が該一端で検出される。そして、この後方散乱光の強度の時間変化に基づいて、光伝送路の長手方向の損失の分布が得られる。

【0007】

或る光ファイバと他の光ファイバとを接続した場合に、その接続点の前後における散乱光強度がOTDR試験により測定される。そして、これらの散乱光強度の差が小さければ、接続作業が良好に行われたと判定される。一方、これらの散乱光強度の差が大きければ、接続作業が失敗したと判定され、再び接続作業が行われる。

【非特許文献1】OFS社、"Mixing TrueWaveR RS Fiber with Other Single-Mode Fiber Designs Within a Network"、[online]、[平成16年2月27日検索]、インターネット<URL: <http://www.ofsoptics.com/simages/pdfs/fiber/whitePaper/MixingSingle-ModeFibers1002-0702.pdf>>

## 【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

特性改善を意図して複数の光ファイバを接続して光伝送路を構成し光伝送路の第1端の光強度の差が小さいときであっても接続損失の実際の値が大きいときがあり、逆に、散乱光強度の差が大きいときであっても接続損失の実際の値が小さいときがある。すなわち、光伝送路の第1端からパルス試験光が該光伝送路に入射されたときの散乱光強度の差から

求められる接続損失の測定値  $\beta_1$  には誤差が含まれる。

#### 【0009】

そこで、より正確な接続損失の測定値を得るには、光伝送路の第2端からパルス試験光が該光伝送路に入射されたときの散乱光強度の差から求められる接続損失の測定値  $\beta_2$  をも求め、 $\beta_1$  と  $\beta_2$  との平均値  $\beta$  ( $=(\beta_1 + \beta_2)/2$ ) として接続損失を求める。このように平均をとることにより、より正確な接続損失  $\beta$  を得ることができる（非特許文献1を参照）。しかし、この場合には、光伝送路の両端それぞれの側に OTDR 試験装置を設ける必要があり、システムコストが高くなり、また、測定に時間を要する。

#### 【0010】

本発明は、上記問題点を解消する為になされたものであり、より正確な接続損失を安価に測定することができる光伝送路を構成する方法、および、このような光伝送路を提供することを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0011】

本発明に係る光伝送路構成方法は、第1光ファイバと第2光ファイバとを接続して光伝送路を構成する方法である。また、本発明に係る光伝送路は、第1光ファイバと第2光ファイバとが接続されてなる光伝送路である。波長範囲 1260 nm ~ 1625 nm に含まれる何れかの波長  $\lambda$  において、第1光ファイバのレイリ散乱係数を  $A_1$  とし、第1光ファイバのモードフィールド径を  $B_1$  とし、第1光ファイバの伝送損失を  $\alpha_1$  とし、第2光ファイバのレイリ散乱係数を  $A_2$  とし、第2光ファイバのモードフィールド径を  $B_2$  とし、第2光ファイバの伝送損失を  $\alpha_2$  とする。

#### 【0012】

なお、上記の波長範囲 1260 nm ~ 1625 nm は、光伝送システムにおいて信号光波長域として用いられ得る O バンド (1260 nm ~ 1360 nm)、E バンド (1360 nm ~ 1460 nm)、S バンド (1460 nm ~ 1530 nm)、C バンド (1530 nm ~ 1565 nm) および L バンド (1565 nm ~ 1625 nm) を含むものである。

#### 【0013】

そして、下記(1)式で表されるパラメータ  $K$  を定義する。

#### 【0014】

#### 【数1】

$$X = 1 - 10^{-A_1/\lambda^4/10} \quad \dots (1a)$$

$$Y = 1 - 10^{-A_2/\lambda^4/10} \quad \dots (1b)$$

$$K = \left| 5 \log_{10} \left( \frac{X}{Y} \right) + 10 \log_{10} \left( \frac{B_2}{B_1} \right) \right| \quad \dots (1c)$$

このとき、本発明に係る光伝送路構成方法は、上記(1)式で表されるパラメータ  $K$  の値が 0.2 dB 以下であって、 $A_1$  と  $A_2$  との差の絶対値が 0.03 dB/km/ $\mu m^4$  より大きい関係を満たすよう、第1光ファイバおよび第2光ファイバの双方または何れか一方を選択して、第1光ファイバと第2光ファイバとを接続して光伝送路を構成することを特徴とする。或いは、上記(1)式で表されるパラメータ  $K$  の値が 0.2 dB 以下であって、比  $(B_2/B_1)$  の値が 0.97 以下である関係を満たすよう、第1光ファイバおよび第2光ファイバの双方または何れか一方を選択して、第1光ファイバと第2光ファイバとを接続して光伝送路を構成することを特徴とする。或いは、上記(1)式で表されるパラメータ  $K$  の値が 0.2 dB 以下であって、 $A_1$  と  $A_2$  との差の絶対値が 0.08 dB/km/ $\mu m^4$  以下である関係を満たすよう、第1光ファイバと第2光ファイバとを接続して光伝送路を構成することを特徴とする。

4 以上であり、比  $(B2/B1)$  の値が 0.97 以下である関係を満たすよう、第 1 光ファイバおよび第 2 光ファイバの双方または何れか一方を選択して、第 1 光ファイバと第 2 光ファイバとを接続して光伝送路を構成することを特徴とする。

#### 【0015】

本発明に係る光伝送路は、上記(1)式で表されるパラメータ  $K$  の値が 0.2 dB 以下であって、 $A1$  と  $A2$  との差の絶対値が  $0.03 \text{ dB/km}/\mu\text{m}^4$  より大きいことを特徴とする。或いは、上記(1)式で表されるパラメータ  $K$  の値が 0.2 dB 以下であって、比  $(B2/B1)$  の値が 0.97 以下であることを特徴とする。或いは、上記(1)式で表されるパラメータ  $K$  の値が 0.2 dB 以下であって、 $A1$  と  $A2$  との差の絶対値が  $0.08 \text{ dB/km}/\mu\text{m}^4$  以上であり、比  $(B2/B1)$  の値が 0.97 以下であることを特徴とする。

#### 【0016】

また、本発明に係る光伝送路は、OTDR 試験による接続損失測定の実差（光伝送路の両端それぞれからパルス試験光を入射して得られた接続損失の測定値  $\beta_1$ 、 $\beta_2$  の平均値  $\beta$  と一方の測定値  $\beta_1$  との差の絶対値）が 0.2 dB 以下であって、 $A1$  と  $A2$  との差の絶対値が  $0.03 \text{ dB/km}/\mu\text{m}^4$  より大きいことを特徴とする。或いは、OTDR 試験による接続損失測定の実差が 0.2 dB 以下であって、比  $(B2/B1)$  の値が 0.97 以下であることを特徴とする。或いは、OTDR 試験による接続損失測定の実差が 0.2 dB 以下であって、 $A1$  と  $A2$  との差の絶対値が  $0.08 \text{ dB/km}/\mu\text{m}^4$  以上であり、比  $(B2/B1)$  の値が 0.97 以下であることを特徴とする。

#### 【0017】

或いは、上記(1)式に替えて、下記(2)式で表されるパラメータ  $K$  を定義する。

#### 【0018】

##### 【数 2】

$$X = 1 - 10^{-(\alpha_1 - 0.02)/10} \quad \dots (2a)$$

$$Y = 1 - 10^{-(\alpha_2 - 0.02)/10} \quad \dots (2b)$$

$$K = \left| 5 \log_{10} \left( \frac{X}{Y} \right) + 10 \log_{10} \left( \frac{B2}{B1} \right) \right| \quad \dots (2c)$$

このとき、本発明に係る光伝送路構成方法は、上記(2)式で表されるパラメータ  $K$  の値が 0.2 dB 以下であって、 $\alpha_1$  と  $\alpha_2$  との差の絶対値が  $0.03/\lambda^4 \text{ dB/km}$  以上である関係を満たすよう、第 1 光ファイバおよび第 2 光ファイバの双方または何れか一方を選択して、第 1 光ファイバと第 2 光ファイバとを接続して光伝送路を構成することを特徴とする。或いは、上記(2)式で表されるパラメータ  $K$  の値が 0.2 dB 以下であって、 $\alpha_1$  と  $\alpha_2$  との差の絶対値が  $0.08/\lambda^4 \text{ dB/km}$  以上であり、比  $(B2/B1)$  の値が 0.97 以下である関係を満たすよう、第 1 光ファイバおよび第 2 光ファイバの双方または何れか一方を選択して、第 1 光ファイバと第 2 光ファイバとを接続して光伝送路を構成することを特徴とする。

#### 【0019】

本発明に係る光伝送路は、上記(2)式で表されるパラメータ  $K$  の値が 0.2 dB 以下であって、 $\alpha_1$  と  $\alpha_2$  との差の絶対値が  $0.03/\lambda^4 \text{ dB/km}$  以上であることを特徴とする。或いは、上記(2)式で表されるパラメータ  $K$  の値が 0.2 dB 以下であって、 $\alpha_1$  と  $\alpha_2$  との差の絶対値が  $0.08/\lambda^4 \text{ dB/km}$  以上であり、比  $(B2/B1)$  の値が 0.97 以下であることを特徴とする。

#### 【0020】

また、本発明に係る光伝送路は、OTDR 試験による接続損失測定の実差が 0.2 dB

以下であって、 $\alpha 1$ と $\alpha 2$ との差の絶対値が $0.03/\lambda^4$  dB/kmより大きいことを特徴とする。或いは、OTDR試験による接続損失測定の実差が0.2 dB以下であって、 $\alpha 1$ と $\alpha 2$ との差の絶対値が $0.08/\lambda^4$  dB/km以上であり、比 $(B2/B1)$ の値が0.97以下であることを特徴とする。

#### 【0021】

パラメータKが上記(1)式で定義される場合、本発明に係る光伝送路構成方法または光伝送路では、第1光ファイバのレイリ散乱係数 $A1$ が $0.94$  dB/km/ $\mu m^4 \sim 1.0$  dB/km/ $\mu m^4$ の範囲にあり、第2光ファイバのレイリ散乱係数 $A2$ が $0.84$  dB/km/ $\mu m^4 \sim 0.90$  dB/km/ $\mu m^4$ の範囲にあり、波長 $1310$  nmにおける第1光ファイバのモードフィールド径 $B1$ が $9.0 \mu m \sim 9.5 \mu m$ の範囲にあり、波長 $1310$  nmにおける第2光ファイバのモードフィールド径 $B2$ が $8.3 \mu m \sim 9.0 \mu m$ の範囲にあるのが好適である。本発明に係る光ファイバは、レイリ散乱係数が $0.84$  dB/km/ $\mu m^4 \sim 0.90$  dB/km/ $\mu m^4$ の範囲にあり、波長 $1310$  nmにおけるモードフィールド径が $8.3 \mu m \sim 9.0 \mu m$ の範囲にあることを特徴とする。この光ファイバのクラッド領域にフッ素が添加されているのが好適である。

#### 【0022】

パラメータKが上記(2)式で定義される場合、本発明に係る光伝送路構成方法または光伝送路では、波長 $1310$  nmにおいて、第1光ファイバの伝送損失 $\alpha 1$ が $0.32$  dB/km $\sim 0.35$  dB/kmの範囲にあり、第2光ファイバの伝送損失 $\alpha 2$ が $0.28$  dB/km $\sim 0.32$  dB/kmの範囲にあり、第1光ファイバのモードフィールド径 $B1$ が $9.0 \mu m \sim 9.5 \mu m$ の範囲にあり、第2光ファイバのモードフィールド径 $B2$ が $8.3 \mu m \sim 9.0 \mu m$ の範囲にあるのが好適である。また、本発明に係る光ファイバは、波長 $1310$  nmにおいて、伝送損失が $0.28$  dB/km $\sim 0.32$  dB/kmの範囲にあり、モードフィールド径が $8.3 \mu m \sim 9.0 \mu m$ の範囲にあることを特徴とする。この光ファイバのクラッド領域にフッ素が添加されているのが好適である。

#### 【0023】

なお、本発明に係る光伝送路構成方法または光伝送路において、上記(1)式または(2)式で定義されるパラメータKの値が0.1 dB以下であるのが更に好適である。

#### 【発明の効果】

#### 【0024】

本発明によれば、より正確な接続損失を安価に測定することができる光伝送路を構成することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0025】

以下、添付図面を参照して、本発明を実施するための最良の形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

#### 【0026】

図1は、本実施形態に係る光伝送路10を含む光伝送システム1の構成図である。この図に示される光伝送システム1では、光送信器20と光受信器30との間に光伝送路10が設けられている。光伝送路10は、第1光ファイバ11と第2光ファイバ12とが互いに融着接続されて構成されている。

#### 【0027】

この光伝送システム1では、光送信器20から送出された信号光は、第1光ファイバ11および第2光ファイバ12により順次に伝送されて光受信器30に到達し、この光受信器30により受信される。ここで、信号光の波長 $\lambda$ は、波長範囲 $1260$  nm $\sim 1625$  nmに含まれる。また、この波長範囲に含まれる多波長の信号光が伝送されてもよい。

#### 【0028】

第1光ファイバ11および第2光ファイバ12それぞれは、光送信器20と光受信器30との間に敷設されていてもよいし、コイル状に巻かれてモジュール化されていてもよい。

## 【0029】

例えば、第1光ファイバ11は波長 $\lambda$ において正の波長分散を有する伝送用光ファイバであり、第2光ファイバ12は波長 $\lambda$ において負の波長分散を有する分散補償光ファイバである。この場合には、光伝送路10の全体の累積波長分散の絶対値が小さくなり、光伝送路10により伝送される信号光の波形劣化が抑制されて、大容量の情報を高速に伝送する上で好適である。

## 【0030】

また、例えば、第1光ファイバ11は通常の伝送用光ファイバであり、第2光ファイバ12は信号光を光増幅する増幅用光ファイバである。また、この光ファイバ12は、Er元素が添加された増幅用光ファイバであつてもよいし、ラマン増幅用の光ファイバであつてもよい。この場合には、光送信器20から送出された信号光は、第1光ファイバ11により伝送される間に損失を被るが、第2光ファイバ12により伝送される間に光増幅されるので、光伝送路10の全体の伝送損失が小さくなり、長距離伝送する上で好適である。

## 【0031】

その他、例えば、光伝送路の変更や延長の際にも、或る光ファイバに対して他の光ファイバが接続されて光伝送路が構成される場合もある。

## 【0032】

このような光伝送路10を構成する場合、互いに種類が異なる第1光ファイバ11と第2光ファイバ12とを融着接続する。そして、接続作業が良好に行われたか否かは、OTDR試験により測定された当該接続点13における接続損失の大きさにより判定される。一般に、OTDR試験の際に光伝送路10の一端（例えば光送信器20の側）からパルス試験光を光伝送路10に入射させるのみでは、接続損失の測定値が誤差を含むことから、正確な接続損失の値を得ることができない場合がある。本実施形態に係る光伝送路10および光伝送路構成方法は、以下に説明するように、このような問題を解決することができるものである。

## 【0033】

光ファイバの伝送損失 $\alpha$  [dB/km]は、波長 $\lambda$ に依存しており、下記(3)式で表される。この(3)式の右辺の第1項はレイリ散乱に因る損失を表し、第3項は紫外吸収損失を表し、第4項は赤外吸収損失を表し、第5項は不純物に因る吸収損失を表す。この(3)式の右辺の第3項、第4項および第5項が無視し得る程度に小さいとすると、(3)式は下記(4)式で近似される。

## 【0034】

【数3】

$$\alpha(\lambda) = A/\lambda^4 + B + C_1 \exp(C_2/\lambda) + D_1 \exp(-D_2/\lambda) + E(\lambda) \quad \dots (3)$$

## 【0035】

【数4】

$$\alpha(\lambda) = A/\lambda^4 + B \quad \dots (4)$$

光ファイバの実際の伝送損失 $\alpha(\lambda)$ を上記(4)式でフィッティングしたときの、上記(4)式の右辺の第1項の係数Aを、該光ファイバのレイリ散乱係数と定義する。そして、第1光ファイバ11のレイリ散乱係数をA1 [dB/km/ $\mu\text{m}^4$ ]とし、波長 $\lambda$  [ $\mu\text{m}$ ]において、第1光ファイバ11のモードフィールド径をB1 [ $\mu\text{m}$ ]とし、第1光ファイバ11の伝送損失を $\alpha_1$  [dB/km]とする。また、第2光ファイバ12のレイリ散乱係数をA2 [dB/km/ $\mu\text{m}^4$ ]とし、波長 $\lambda$  [ $\mu\text{m}$ ]において、第2光ファイバ12のモードフィールド径をB2 [ $\mu\text{m}$ ]とし、第2光ファイバ12の伝送損失を $\alpha_2$  [dB/km]とする。

## 【0036】

上記(4)式から、第1光ファイバ11のレイリ散乱により散乱される割合Xは下記(5a)式で表され、第2光ファイバ12のレイリ散乱により散乱される割合Yは下記(5b)式で表される。そして、下記(5c)式で表されるパラメータKを定義する。

【0037】

【数5】

$$X = 1 - 10^{-A1/\lambda^4/10} \quad \dots (5a)$$

$$Y = 1 - 10^{-A2/\lambda^4/10} \quad \dots (5b)$$

$$K = \left| 5 \log_{10} \left( \frac{X}{Y} \right) + 10 \log_{10} \left( \frac{B2}{B1} \right) \right| \quad \dots (5c)$$

このとき、光伝送路10は、上記(5)式で表されるパラメータKの値が0.2 dB以下であって、A1とA2との差の絶対値が0.03 dB/km/ $\mu\text{m}^4$ より大きい。或いは、上記(5)式で表されるパラメータKの値が0.2 dB以下であって、比(B2/B1)の値が0.97以下である。或いは、上記(5)式で表されるパラメータKの値が0.2 dB以下であって、A1とA2との差の絶対値が0.08 dB/km/ $\mu\text{m}^4$ 以上であり、比(B2/B1)の値が0.97以下である。また、より好適には、パラメータKの値が0.1 dB以下である。

【0038】

また、光伝送路10は、OTDR試験による接続損失測定の実差が0.2 dB以下であって、A1とA2との差の絶対値が0.03 dB/km/ $\mu\text{m}^4$ より大きい。或いは、OTDR試験による接続損失測定の実差が0.2 dB以下であって、比(B2/B1)の値が0.97以下である。或いは、OTDR試験による接続損失測定の実差が0.2 dB以下であって、A1とA2との差の絶対値が0.08 dB/km/ $\mu\text{m}^4$ 以上であり、比(B2/B1)の値が0.97以下である。また、より好適には、パラメータKの値が0.1 dB以下である。

【0039】

上記(5)式で表されるパラメータKの値が0.2 dB以下であって、A1とA2との差の絶対値が0.08 dB/km/ $\mu\text{m}^4$ 以上であり、比(B2/B1)の値が0.97以下である場合の1例として、以下のような第1光ファイバ11および第2光ファイバ12が挙げられる。すなわち、第1光ファイバ11のレイリ散乱係数A1は、典型値が0.980 dB/km/ $\mu\text{m}^4$ であり、最大値が0.995 dB/km/ $\mu\text{m}^4$ であり、最小値が0.965 dB/km/ $\mu\text{m}^4$ であり、また、波長1550 nmにおける第1光ファイバ11のモードフィールド径B1は、典型値が10.40  $\mu\text{m}$ であり、最大値が10.55  $\mu\text{m}$ であり、最小値が10.25  $\mu\text{m}$ である。一方、第2光ファイバ12のレイリ散乱係数A2は、典型値が0.870 dB/km/ $\mu\text{m}^4$ であり、最大値が0.885 dB/km/ $\mu\text{m}^4$ であり、最小値が0.855 dB/km/ $\mu\text{m}^4$ であり、また、波長1550 nmにおける第2光ファイバ12のモードフィールド径B2は、典型値が9.80  $\mu\text{m}$ であり、最大値が9.95  $\mu\text{m}$ であり、最小値が9.65  $\mu\text{m}$ である。このとき、A1とA2との差の最小値が0.08 dB/km/ $\mu\text{m}^4$ であり、比(B2/B1)の最大値が0.97である。

【0040】

或いは、上記(5)式に替えて、下記(6)式で表されるパラメータKを定義する。この式では、上記(1)式の右辺の第1項以外の項による損失を0.02 dB/kmとした。

【0041】

## 【数6】

$$X = 1 - 10^{-(\alpha_1 - 0.02)/10} \quad \dots (6a)$$

$$Y = 1 - 10^{-(\alpha_2 - 0.02)/10} \quad \dots (6b)$$

$$K = \left| 5 \log_{10} \left( \frac{X}{Y} \right) + 10 \log_{10} \left( \frac{B_2}{B_1} \right) \right| \quad \dots (6c)$$

このとき、光伝送路10は、上記(6)式で表されるパラメータKの値が0.2 dB以下であって、 $\alpha_1$ と $\alpha_2$ との差の絶対値が $0.03/\lambda^4$  dB/km以上である。或いは、上記(6)式で表されるパラメータKの値が0.2 dB以下であって、 $\alpha_1$ と $\alpha_2$ との差の絶対値が $0.08/\lambda^4$  dB/km以上であり、比 $(B_2/B_1)$ の値が0.97以下である。また、より好適には、パラメータKの値が0.1 dB以下である。

## 【0042】

また、光伝送路10は、OTDR試験による接続損失測定の実誤差が0.2 dB以下であって、 $\alpha_1$ と $\alpha_2$ との差の絶対値が $0.03/\lambda^4$  dB/kmより大きい。或いは、OTDR試験による接続損失測定の実誤差が0.2 dB以下であって、 $\alpha_1$ と $\alpha_2$ との差の絶対値が $0.08/\lambda^4$  dB/km以上であり、比 $(B_2/B_1)$ の値が0.97以下である。また、より好適には、パラメータKの値が0.1 dB以下である。

## 【0043】

本実施形態に係る光伝送路構成方法は、上記のような関係を満たすよう第1光ファイバ11および第2光ファイバ12の双方または何れか一方を選択して、第1光ファイバ11と第2光ファイバ12とを接続して光伝送路10を構成する。

## 【0044】

パラメータKが上記(5)式で定義される場合、本実施形態に係る光伝送路構成方法または光伝送路10では、第1光ファイバ11のレイリ散乱係数A1が $0.94 \text{ dB/km}/\mu\text{m}^4 \sim 1.00 \text{ dB/km}/\mu\text{m}^4$ の範囲にあり、第2光ファイバ12のレイリ散乱係数A2が $0.84 \text{ dB/km}/\mu\text{m}^4 \sim 0.90 \text{ dB/km}/\mu\text{m}^4$ の範囲にあり、波長1310 nmにおける第1光ファイバ11のモードフィールド径B1が $9.0 \mu\text{m} \sim 9.5 \mu\text{m}$ の範囲にあり、波長1310 nmにおける第2光ファイバ12のモードフィールド径B2が $8.3 \mu\text{m} \sim 9.0 \mu\text{m}$ の範囲にあるのが好適である。また、第2光ファイバ12のクラッド領域にフッ素が添加されているのが好適である。

## 【0045】

パラメータKが上記(6)式で定義される場合、本実施形態に係る光伝送路構成方法または光伝送路10では、波長1310 nmにおいて、第1光ファイバ11の伝送損失 $\alpha_1$ が $0.32 \text{ dB/km} \sim 0.35 \text{ dB/km}$ の範囲にあり、第2光ファイバ12の伝送損失 $\alpha_2$ が $0.28 \text{ dB/km} \sim 0.32 \text{ dB/km}$ の範囲にあり、第1光ファイバ11のモードフィールド径B1が $9.0 \mu\text{m} \sim 9.5 \mu\text{m}$ の範囲にあり、第2光ファイバ12のモードフィールド径B2が $8.3 \mu\text{m} \sim 9.0 \mu\text{m}$ の範囲にあるのが好適である。また、第2光ファイバ12のクラッド領域にフッ素が添加されているのが好適である。

## 【0046】

以上に説明したような光伝送路10または光伝送路構成方法では、光伝送路10の一端側のみからパルス試験光を入射させてOTDR試験を行うことにより、より正確な接続損失を測定することができる。

## 【実施例】

## 【0047】

図2および図3は、波長 $\lambda$ を1550 nmとした場合の実施例を示す。図2は、差(A

1-A2) と比 ( $B2/B1$ ) とがなす 2 次元平面上におけるパラメータ K の等高線を示す図である。この図には、 $K=0\text{ dB}$ ,  $0.1\text{ dB}$  および  $0.2\text{ dB}$  それぞれの場合について等高線が示されている。図 3 は、実施例 1~12 それぞれの諸元を纏めた図表である。この図には、各実施例について、第 1 光ファイバ 11 のレイリ散乱係数  $A1$ 、第 2 光ファイバ 12 のレイリ散乱係数  $A2$ 、差 ( $A1-A2$ )、第 1 光ファイバ 11 のモードフィールド径  $B1$ 、第 2 光ファイバ 12 のモードフィールド径  $B2$ 、比 ( $B2/B1$ )、および、上記(5)式で表されるパラメータ K の値または接続損失測定誤差、が示されている。

#### 【0048】

図 4 および図 5 は、波長  $\lambda$  を  $1310\text{ nm}$  とした場合の実施例を示す。図 4 は、差 ( $\alpha1-\alpha2$ ) と比 ( $B2/B1$ ) とがなす 2 次元平面上におけるパラメータ K の等高線を示す図である。この図には、 $K=0\text{ dB}$ ,  $0.1\text{ dB}$  および  $0.2\text{ dB}$  それぞれの場合について等高線が示されている。図 5 は、実施例 13~20 それぞれの諸元を纏めた図表である。この図には、各実施例について、第 1 光ファイバ 11 の伝送損失  $\alpha1$ 、第 2 光ファイバ 12 の伝送損失  $\alpha2$ 、差 ( $\alpha1-\alpha2$ )、第 1 光ファイバ 11 のモードフィールド径  $B1$ 、第 2 光ファイバ 12 のモードフィールド径  $B2$ 、比 ( $B2/B1$ )、および、上記(6)式で表されるパラメータ K の値または接続損失測定誤差、が示されている。

#### 【0049】

これら何れの実施例においても、上記(5)式または上記(6)式で表されるパラメータ K の値または接続損失測定誤差が  $0.2\text{ dB}$  以下である。また、幾つかの実施例においては、パラメータ K の値または接続損失測定誤差が  $0.1\text{ dB}$  以下である。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0050】

【図 1】 本実施形態に係る光伝送路 10 を含む光伝送システム 1 の構成図である。

【図 2】 差 ( $A1-A2$ ) と比 ( $B2/B1$ ) とがなす 2 次元平面上におけるパラメータ K の等高線を示す図である。

【図 3】 実施例 1~12 それぞれの諸元を纏めた図表である。

【図 4】 差 ( $\alpha1-\alpha2$ ) と比 ( $B2/B1$ ) とがなす 2 次元平面上におけるパラメータ K の等高線を示す図である。

【図 5】 実施例 13~20 それぞれの諸元を纏めた図表である。

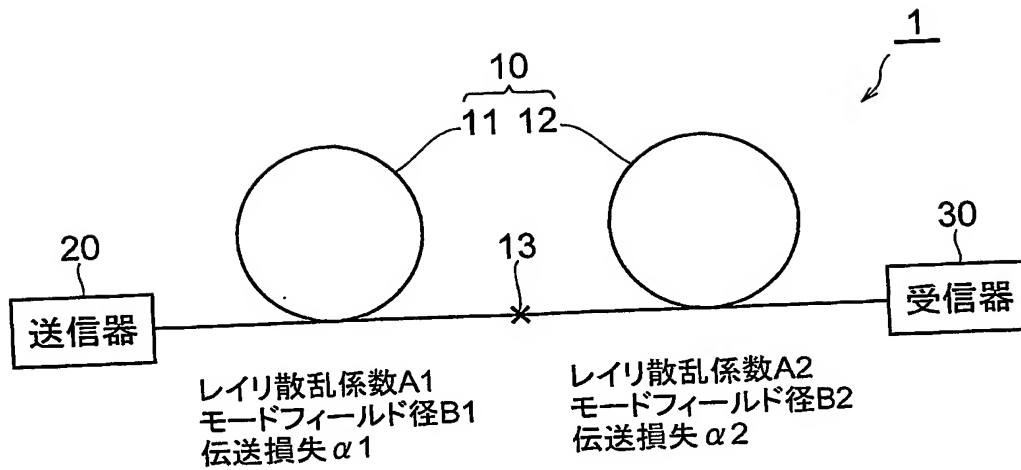
#### 【符号の説明】

#### 【0051】

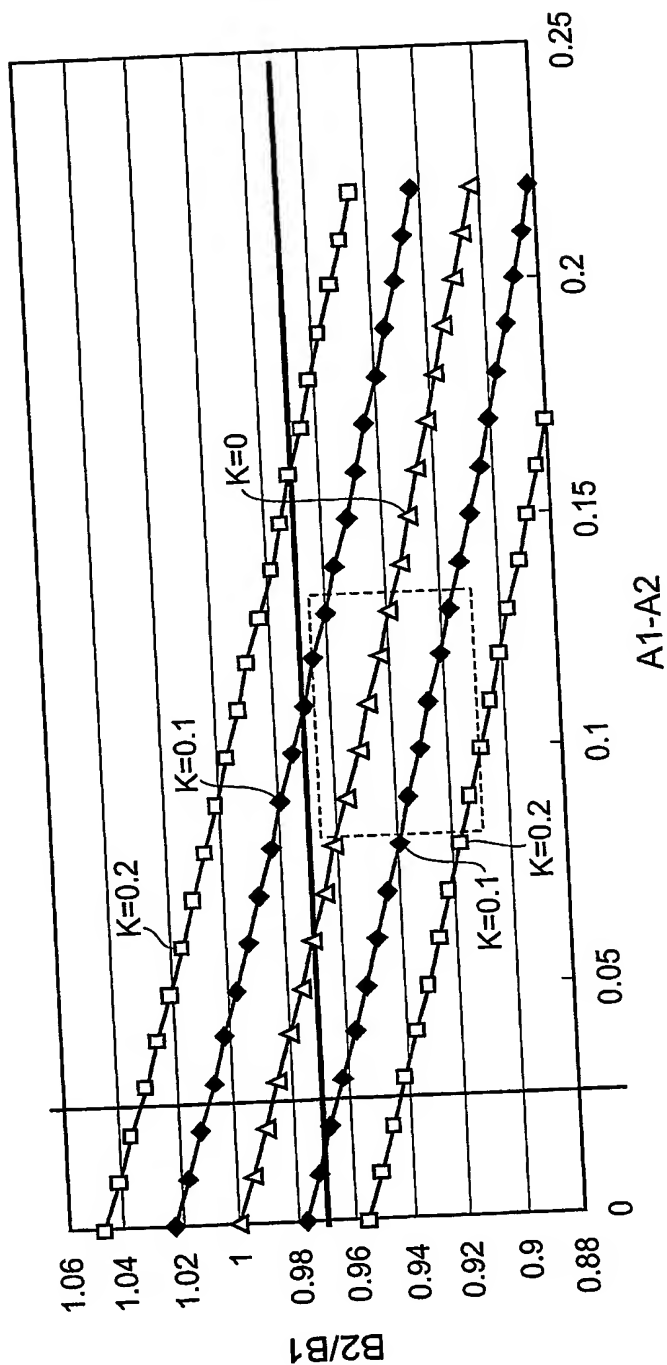
1...光伝送システム、10...光伝送路、11...第 1 光ファイバ、12...第 2 光ファイバ、13...接続点、20...光送信器、30...光受信器。



【書類名】 図面  
【図 1】



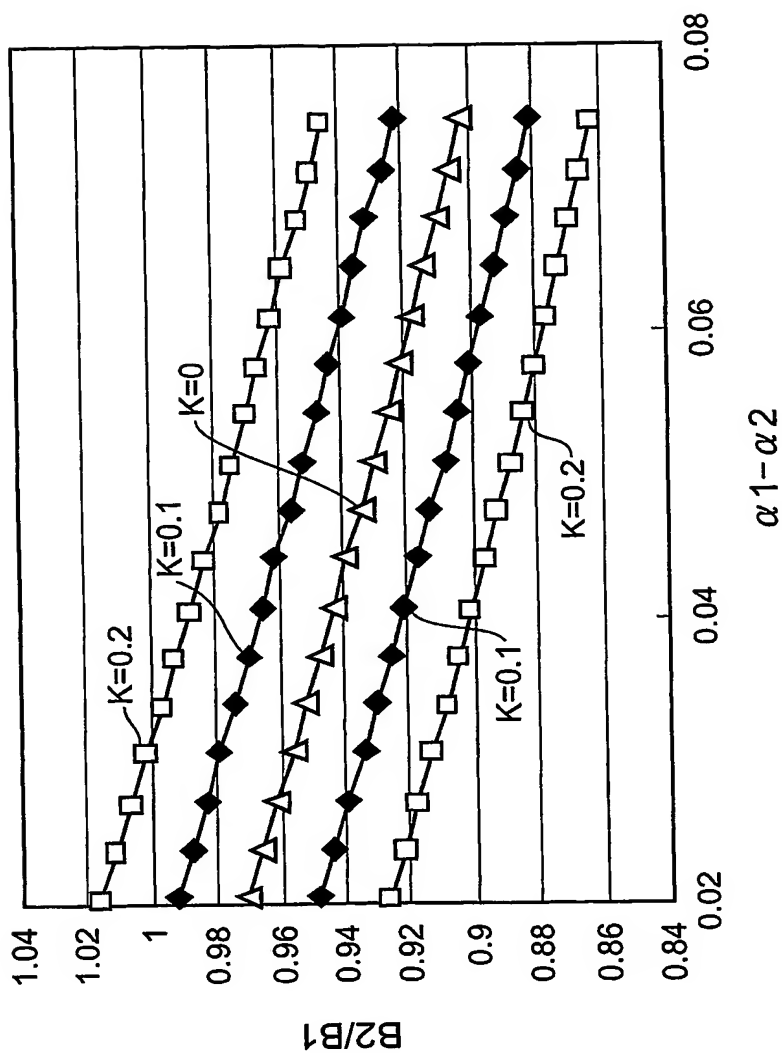
【図 2】



【図 3】

実施例	A1 (dB/km・ $\mu\text{m}^4$ )	A2 (dB/km・ $\mu\text{m}^4$ )	A1-A2 (dB/km・ $\mu\text{m}^4$ )	B1 ( $\mu\text{m}$ )	B2 ( $\mu\text{m}$ )	B2/B1	K値 (dB)
1	1.07	0.94	0.13	10.35	10.10	0.98	0.17
2	0.94	0.87	0.07	10.35	10.10	0.95	0.06
3	1.12	0.94	0.18	10.35	9.80	0.95	0.14
4	1.10	0.94	0.16	10.35	9.60	0.93	0.01
5	1.13	0.94	0.19	10.35	9.80	0.95	0.15
6	0.98	0.87	0.11	10.40	9.80	0.94	0.01
実施例	A1 (dB/km・ $\mu\text{m}^4$ )	A2 (dB/km・ $\mu\text{m}^4$ )	A1-A2 (dB/km・ $\mu\text{m}^4$ )	B1 ( $\mu\text{m}$ )	B2 ( $\mu\text{m}$ )	B2/B1	測定誤差 (dB)
7	1.06	0.94	0.12	10.35	10.21	0.98	0.19
8	0.92	0.87	0.05	10.35	10.10	0.95	0.01
9	1.10	0.94	0.16	10.35	10.03	0.97	0.19
10	1.07	0.94	0.13	10.35	9.93	0.96	0.09
11	1.11	0.94	0.17	10.35	9.99	0.97	0.20
12	1.08	0.94	0.14	10.35	9.89	0.96	0.09

【図 4】



【図 5】

特願 2004-067801

ページ: 5/E

実施例	$\alpha 1$ (dB/km)	$\alpha 2$ (dB/km)	$\alpha 1 - \alpha 2$ (dB/km)	B1 ( $\mu$ m)	B2 ( $\mu$ m)	B2/B1	K値 (dB)
13	0.325	0.305	0.020	9.13	8.61	0.94	0.11
14	0.339	0.309	0.031	8.95	8.55	0.96	0.01
15	0.339	0.307	0.032	9.20	8.40	0.91	0.17
16	0.353	0.315	0.037	9.13	8.61	0.94	0.01
実施例	$\alpha 1$ (dB/km)	$\alpha 2$ (dB/km)	$\alpha 1 - \alpha 2$ (dB/km)	B1 ( $\mu$ m)	B2 ( $\mu$ m)	B2/B1	測定誤差 (dB)
17	0.339	0.317	0.022	9.20	8.50	0.92	0.19
18	0.339	0.315	0.024	9.15	8.65	0.95	0.08
19	0.339	0.314	0.025	9.10	8.40	0.92	0.17
20	0.339	0.312	0.027	9.05	8.60	0.95	0.04

出証特 2004-3085955

【書類名】要約書

【要約】

【課題】 より正確な接続損失を安価に測定することができる光伝送路を構成する方法を提供する。

【解決手段】 光伝送路 10 は、第 1 光ファイバ 11 と第 2 光ファイバ 12 とが互いに融着接続されて構成されている。波長範囲 1260 nm ~ 1625 nm に含まれる何れかの波長を  $\lambda$  として、第 1 光ファイバ 11 のレイリ散乱係数を  $A_1$  とし、波長  $\lambda$  において、第 1 光ファイバ 11 のモードフィールド径を  $B_1$  とし、第 1 光ファイバ 11 の伝送損失を  $\alpha_1$  とする。また、第 2 光ファイバ 12 のレイリ散乱係数を  $A_2$  とし、波長  $\lambda$  において、第 2 光ファイバ 12 のモードフィールド径を  $B_2$  とし、第 2 光ファイバ 12 の伝送損失を  $\alpha_2$  とする。このとき、これらのパラメータが所定の関係を満たす。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 4 - 0 6 7 8 0 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 2 1 3 0 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号

氏 名

住友電気工業株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ ~~FADED~~ TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ ~~GRAY~~ SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

